



Publication Number: 10-116489 (JP 10116489 A), May 06, 1998

Inventors:

- CHEN EUGENE
- TEHRANI SAIED N
- GORONKIN HERBERT

Applicants

• MOTOROLA INC (A Non-Japanese Company or Corporation), US (United States of America)

Application Number: 09-191829 (JP 97191829), July 01, 1997

Priority:

• 7-674,387 [US 674387-1996], US (United States of America), July 02, 1996

International Class (IPC Edition 6):

- G11C-011/14
- H01L-043/08

JAPIO Class:

- 45.2 (INFORMATION PROCESSING--- Memory Units)
- 42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)

JAPIO Keywords:

• R099 (ELECTRONIC MATERIALS--- Single Crystal Ferrite & Magnetic Bubble Element

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved. Dialog® File Number 347 Accession Number 5833389

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-116489

(43)公開日 平成10年(1998)5月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	FI		
G11C 11/14		G11C	11/14	Z
// H01L 43/08		H01L	43/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全 7 頁)

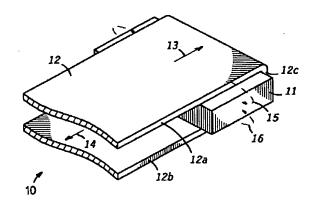
(21)出願番号	特願平9-191829	(71)出願人	390009597
			モトローラ・インコーポレイテッド
(22)出願日	平成9年(1997)7月1日		MOTOROLA INCORPORAT
			RED
(31)優先権主張番号	674387		アメリカ合衆国イリノイ州シャンパーグ、
(32)優先日	1996年7月2日		イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(33)優先権主張国	米国(US)	(72)発明者	ユージン・チェン
			アメリカ合衆国アリゾナ州ギルバート、ウ
			ェスト・シェリー・ドライブ1143
		(72)発明者	シェイド・エヌ・テーラニ
			アメリカ合衆国アリゾナ州テンピ、イース
			ト・パロミノ・ドライブ1917
		(74)代理人	弁理士 大貫 進介 (外1名)
			最終頁に続く
		ı	

(54) 【発明の名称】 磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 ワード電流の低減を図ったメモリ・セル構造、およびかかるメモリ・セル構造の製造方法を提供する。

【解決手段】 単一または多数のワード・ライン(12)が巻回された巨大磁気抵抗(GMR)物質部分(11)を有する、磁気ランダム・アクセス・メモリ(MRAM)セル構造を提供する。ワード電流(13,14)によって発生する磁場がGMR物質部分(11)において重なり合うことにより、全体としての磁場強度が比例的に高くなる。同一ワード電流を、多数回、GMR物質部分(11)に通過させることにより、従来のMRAMセルにおける大きなワード電流の何倍ものワード磁場と等価なワード磁場を生成する。







【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気ランダム・アクセス・メモリ(10)におけるメモリ・セル構造であって:磁性体部分(11);および前記部分の一方側の上に第1脚部(12a)、前記部分の他方側の上に第2脚部(12b)、および前記部分に磁場を印加する接続バイト(12c)を有する導体(12);から成ることを特徴とするメモリ・セル構造(10)。

1

【請求項2】前記磁性体部分(11)の対向側の前記導体(12)付近に配置され、前記磁性体部分(11)へ 10 磁束を集中させる磁束集中手段(41、43)を更に含むことを特徴とする請求項1記載の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造(10)。

【請求項3】前記磁束集中手段(41,43)および前記磁性体部分(11)間に挿入された誘電体層(42,44)を更に含むことを特徴とする請求項2記載の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造(10)。

【請求項4】磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造(60)であって:磁束を集中させる 20 磁束集中手段(61);前記磁束集中手段の一方側に第1脚部、前記磁束集中手段の他方側に第2脚部、および接続バイトを有する導体(12);および前記磁束集中手段に磁気的に結合された磁性体物質部分(11);から成ることを特徴とするメモリ・セル構造(60)。 【請求項51磁気ランダム・アクセス・メモリにおける

【請求項5】磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造の製造方法であって:前記磁気ランダム・アクセス・メモリが形成される基板(81)を用意する段階;前記基板(81)上に第1導体線(80)を形成する段階;第1誘電体層(83)を形成する段階;前記第1導体線(80)上を交差するように磁性体部分(84)を形成する段階;前記基板(81),前記磁性体部分(84)、および前記第1導体線(80)上に、誘電体層(85)を堆積する段階;前記誘電体層(85)を貫通し、前記第1導体線(80)と接触するバイア・ホール(86)を形成する段階;前記バイア・ホール(86)を形成する段階;前記バイア・ホール(86)を形成する段階;前記バイア・ホール(86)に導体物質を充填する段階;および前記誘電体層(85)上に、前記導体と電気的に接続された第2導体線(87)を形成する段階;から成ることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるランダム・アクセス・メモリ・セル構造およびその製造方法に関し、更に特定すれば、巨大磁気抵抗メモリ素子の部分において同一ワード電流を多重使用するメモリ・セル構造およびその製造方法に関するものである。

[0002]

【従来の技術】磁気ランダム・アクセス・メモリ (MR 50 GMR物質部分11は、ニッケルまたは鉄またはコバル

AM)は不揮発性メモリであり、基本的に、メモリ素子 としての巨大磁気抵抗(GMR:giant magnetoresistiv e)物質部分、センス・ライン、およびワード・ラインを 含む。MRAMは、GMR部分において磁気ベクトル方 向を用いてメモリ状態を記憶し、GMR効果を用いてメ モリの読み出しを行う。GMR物質内の磁気ベクトル は、あるスレシホルドより大きな磁場がGMR物質部分 に印加されると、一方向から他方向に非常に素早く切り 替わる。GMR物質における磁気ベクトルの方向にした がって、状態を記憶し、例えば、一方の方向を論理 「0」として定義し、他方の方向を論理「1」として定 義することができる。GMRメモリは、磁場が全く印加 されない場合でも、これらの状態を保持する。GMR物 質内に記憶された状態は、GMR部分に直列に接続され たセンス・ラインによって読み出すことができる。即 ち、磁気ベクトルの方向によってGMR部分の抵抗が異 なるので、GMR物質における磁気ベクトルの方向の相 違により、センス・ラインに異なる電圧出力が発生す る。

[0003]

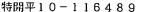
【発明が解決しようとする課題】ワード・ラインは、典型的に、単一の金属線であり、GMR物質の上面または下面に配置される。GMR物質部分において状態を交替させる場合、高密度のMRAMでは10mAより高い電流が必要となることもある。この電流は多量の電力を消費し、このことがMRAMを携帯機器の用途のための強力な候補となるのを妨げている。

【0004】したがって、ワード電流の低減を図ったメモリ・セル構造、およびかかるメモリ・セル構造の製造方法が必要とされている。

[0005]

【課題を解決するための手段】上述のおよびその他の必要性は、本発明の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造を提供することによってほぼ満たされる。このメモリ・セル構造は、巨大磁気抵抗物質部分と、導体(ワード・ライン)とを含み、導体は、巨大磁気抵抗物質部分の一方側に第1脚部、巨大磁気抵抗物質部分の他方側に第2脚部、およびGMR物質部分への電流を使用して磁場を供給する接続バイト(connecting bight)を有する。また、導体とGMR物質部分とを分離する誘電体層がある。

[0006]



トあるいはそれらの合金のような磁性体層とすることが でき、Cuのような非磁性体中間層によって分離されて いる。GMR物質部分11は、典型的に、長さが1.2 $5 \mu m$ 、幅が $0.25 \mu m$ 、そして厚さが100オング ストロームである。 ワード・ライン 12は、アルミニウ ムまたは銅またはそれらの合金あるいはタングステンの ような連続する導線であり、その各部分は、後に説明す る異なる工程で製造することができる。ワード・ライン 12は、絶縁物質によって、磁気抵抗物質11から分離 されている。

【0007】GMR物質部分11に含まれている状態の 読み出しまたはこの部分への状態の書き込みを行うため には、ワード電流およびセンス電流を供給し、ワード・ ライン12およびセンス・ライン(図示せず)が交差す るMRAMセルを選択する。矢印13.14によって表 わされるワード電流は、それぞれ磁場15,16を発生 する。磁場15, 16は、GMR物質部分11内におい てに重なり合うので、その中の全磁場は、従来技術の磁 気セルにおける磁場よりもほぼ2倍強度が高くなる。G MR物質部分11に必要な磁場の強度が同一であるなら 20 は、GMR物質部分11では状態の読み出しおよび書き 込みを行うのに、従来技術のワード電流に比較して、半 分の量の電流があれば十分である。

【0008】図2は、本発明による他のメモリ・セル構 造を示す簡略拡大斜視図である。以降の図面において、 図1と同一参照番号を有する部分は、対応する図1の素 子と同一である。メモリ・セル構造20は、単一のGM R物質部分11周囲に1回以上ワード・ライン12が巻 回されているととを特徴とする。メモリ・セル構造20 は誘電体物質で覆われているが、これは図2には示され 30 ていない。GMR物質部分11における磁場の強度は、 ワード電流が流れるワード・ライン12の巻き線数にほ ぼ比例する。したがって、メモリ・セル構造20は等価 的にワード・ライン12を流れる電流量、および電力消 費をも減らすことができる。これは、GMR部分周囲に 同一ワード電流を多数回流すことによって達成される。 ワード・ライン12およびメモリ・セル11は、誘電体 物質によって分離されている。

【0009】図3は、複数のGMR物質部分を有する更 に他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。 メモリ・セル構造30は複数のGMR物質部分11a. 11b, 11cおよび11dを有し、これらは図2に示 したものと同一であり、これらを一括してワード・ライ ン12が巻回されている。メモリ・セル構造30は、誘 電体物質で覆われているが、これは図3には示されてい ない。図3は、同一面上に配置された複数のGMR物質 部分11aないし11dを示すが、ワード・ライン12 は積層状のGMR物質部分周囲に巻回してもよい。ワー ド・ライン12内を流れるワード電流によって発生する 磁場は重なり合うので、GMR物質部分11における磁 50 質部分11とを有する。GMR物質部分11は、磁束集

場の強度は、ワード・ライン12の巻き線数にほぼ比例 して高くなる。したがって、メモリ・セル構造30はワ ード電流量を減らすことができ、一方GMR物質部分1 1aないし11d間にワード・ライン12の垂直方向の 接続が少なくなるため、メモリ・セル構造30の製造が 一層容易となる。更に、ワード・ライン12の垂直接続 数の減少により、メモリ・セル密度の向上が達成可能で ある。

【0010】図4は、磁束集中器(flux concentrator) を有するセル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ ・セル構造40は、周囲にワード・ライン12が巻回さ れたGMR物質部分11上に、誘電体層42,44によ って分離された2つの磁場集中器41,43を有する。 磁場集中器41,43は、バーマロイのような高い透磁 率を有する磁性体で形成されている。 ワード・ライン 1 2におけるワード電流によって発生される磁束は、集中 器41, 43の高い透磁率のために、GMR物質部分1 1に集中され拡大されるので、磁束集中器を用いる結 果、更にワード電流および電力消費が低減することにな る。あるいは、磁束集中器41、43は、ワード・ライ ン12の一部として形成してもよく、その構造は図2と 同様である。

【0011】図5は、磁束集中器を有する他のメモリ・ セルを示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造5 0は、周囲にワード・ライン12が巻回された複数のG MR物質部分11aないし11d上に、誘電体層52. 54によって分離された2つの磁束集中器51,53を 有する。磁束集中器51,53は、バーマロイのよう な、高い透磁率を有する磁性体で形成されている。磁束 集中器51,53は、ワード金属の上面上に配し、これ と接続することが可能であり、ワード・ライン12を流 れるワード電流によって発生する磁束をその中に集中さ せ、磁束は各GMR物質部分11aないし11dにおい て強化される。したがって、メモリ・セル構造50は、 磁束集中器のない構造よりも、GMR物質部分11aな いし11 dにおける磁場の強化を達成することができる ので、メモリ・セル構造50における状態を交替させる ために必要なワード電流は大幅に減少することになる。 更に、メモリ・セル構造50は、図3における構造と同 40 様、GMR物質部分11aないし11d間のワード・ラ イン12の垂直方向の接続が少ないので、メモリ・セル 密度の向上およびメモリ・セル製造プロセスの簡略化を 図ることができる。あるいは、磁束集中器51.53 は、ワード・ライン12の一部として形成してもよく、 その構造は図3と同様である。

【0012】図6は、ワード・ラインが巻回された単一 の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡大 斜視図である。メモリ・セル構造60は、ワード・ライ ン12が巻回された単一の磁束集中器61と、GMR物



特開平10-116489 6

中器61とGMR物質部分11のと間にギャップを介し て、磁束集中器61の両端間に配置されている。磁束集 中器61およびGMR物質部分11は、誘電体物質で覆 われているが、これは図6には示されていない。集中器 61は、典型的にパーマロイから成り、ワード・ライン 12を流れるワード電流によって発生する磁束をその中 に集中させる。メモリ・セル構造60は、ワード・ライ ン12が集中器61周囲に巻回されることを特徴とし、 前述の実施例において、ワード・ライン12がGMR物 質部分11の周囲に巻回されていた点で相違する。した 10 がって、メモリ・セル構造60は、磁束がGMR物質部 分11に更に集中するため、必要なワード電流を更に少 なくすることができる。

【0013】図7は、ワード・ラインが巻回された複数 の磁束集中器を有する他のメモリ・セル構造を示す簡略 拡大斜視図である。メモリ・セル構造70は、ワード・ ライン12が巻回された複数の磁束集中器61aないし 6 1 dと、複数のGMR物質部分 l l a ないし l l d と を有する。磁束集中器61aないし61dおよびGRM 物質部分11aないし11dは、誘電体物質で覆われて 20 いるが、これは図7には示されていない。各GMR物質 部分11aないし11dは、それぞれ、集中器61aな いし61dの両端部間に配置されている。集中器61a ないし61dは、ワード・ライン12を流れるワード電 流によって発生する磁束をその中に集中させる。する と、磁束は、GMR物質部分11aないし11dに向け られ、センス・ライン (図示せず) によって指定された GMR物質部分11aないし11dの1つにおける状態 を交替させる。ワード磁場(word field)およびセンス磁 場(sense field) の集中のみで、状態を交替させること 30 ができる。メモリ・セル構造70は、ワード・ライン1 2が巻回された複数の磁束集中器61aないし61d、 および磁束集中器61aないし61dの部分間のワード ・ライン12の垂直方向の接続数減少を特徴とし、これ により、メモリ・セル構造70は、製造の簡略化および そのメモリ・セル密度の向上という利点を有する。

【0014】次に、上述のMRAMセル構造の製造プロ セスを以下に説明する。図8ないし図11は、本発明を 組み込んだメモリ・セル構造の製造方法におけるいくつ かの連続工程を示す簡略拡大斜視図である。具体的に図 40 8を参照すると、下側ワード・ライン80が形成されて いる。いずれかの好都合な物質の基板81を用意する が、通常はシリコンである。シリコン基板81上に二酸 化シリコン(SiO,)または窒化シリコン(Si,N 、) を成長させる。次に、アルミニウム(A1), 銅 (Cu), またはその合金(Al_{1-x} Cu_x) あるいは タングステン(♥)の下側ワード・ライン80を堆積 し、層82上でパターニングを行う。その後、化学蒸着 技術(CVD)によって、層82 および下側ワード・ラ イン80上に誘電体層83を被覆し、他の素子からこれ 50 【図5】本発明による、磁束集中器を有する更に他のメ

らを分離する。

【0015】図9を参照すると、誘電体層83上におい て、下側ワード・ライン80を横切ってGMR物質部分 84を形成する。GMR物質部分84は、スパッタリン グ法、およびそれに続いてリソグラフィ・マスキングお よびエッチングによって形成する。GMR物質部分84 を形成した後、CVDによって誘電体層85を堆積し、 下側ワード・ライン80およびGMR物質部分84を被 覆する。

【0016】図10を参照すると、下側ワード・ライン 80に接触するコンタクト・ホール(またはパイア)8 6を形成する。まず、フォトリソグラフィ技術を用い て、誘電体層85の上面上にエッチング・マスクをバタ ーニングする。次に、従来の反応性イオン・エッチング 技術により、下側ワード・ライン80まで垂直方向にコ ンタクト・ホール86をエッチングする。 とのエッチン グ工程では、化学的に補助されるイオン・ビーム・エッ チング等を含む、いずれかの一般的なエッチング・プロ セスを利用することができる。一旦コンタクト・ホール 86を形成しエッチ・マスクを除去したなら、例えば、 アルミニウム (A1), または銅(Cu)またはその合 金、あるいはタングステン(W)を含む導電性金属をコ ンタクト・ホール86に充填し、金属の堆積による、下 側ワード・ライン80とのオーミック・コンタクトを形 成し、次いで化学機械的研磨により、コンタクト・バイ ア内を除いてあらゆる場所の金属を除去する。

【0017】図11を参照すると、誘電体層85 および コンタクト・ホール86上に上側ワード・ライン87を 形成する。上側ワード・ライン87は、下側ワード・ラ イン80と同一金属を使用し、堆積し、パターニングを 行い、コンタクト・ホール86に充填した金属とオーミ ンク・コンタクトを形成することによって、下側ワード ・ライン80が、コンタクト・ホール86を介して、上 側ワード・ライン87と直列に接続される。

【0018】以上、典型的なMRAMセル構造の製造プ ロセスを開示した。更に、磁束集中器を有するMRAM セル構造は、下側ワード・ライン80を堆積する前、お よび上側ワード・ライン87を堆積した後に、磁束集中 器を形成するプロセスを追加することによって製造可能 であるととは、当業者には十分に理解されよう。

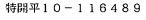
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるメモリ・セル構造を示す簡略拡大 斜視図。

【図2】本発明による他のメモリ・セル構造を示す簡略 拡大斜視図。

【図3】本発明による、複数のGMR物質部分を有する 他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図4】本発明による、磁束集中器を有する他のメモリ ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。



モリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図6】本発明による、ワード・ラインが巻回された単 一の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡 大斜視図。

【図7】本発明による、ワード・ラインが巻回された複 数の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡 大斜視図。

【図8】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造す る方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視

【図9】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造す る方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視

【図10】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造 する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜 視図。

【図11】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造 する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜 視図。

【図1】

【符号の説明】

1.0 メモリ・セル構造

1 1 磁気物質部分

ワード・ライン 12

12a, 12b 脚部 *12c バイト

20 メモリ・セル構造

30 メモリ・セル構造

lla, llb, llc GMR物質部分

40 メモリ・セル構造

41,43 磁場集中器

42,44 誘電体層

50 メモリ・セル構造

51, 53 磁束集中器

10 52, 54 誘電体層

> 60 メモリ・セル構造

6 1 磁束集中器

70 メモリ・セル構造

1 1 a ~ 1 1 d GMR物質部分

61a~61d 磁束集中器

下側ワード・ライン 8.0

8 1 シリコン基板

8 2 層

8 3 誘電体層

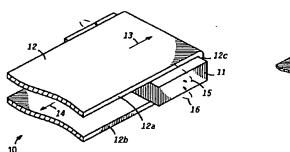
20 8 4 GMR物質部分

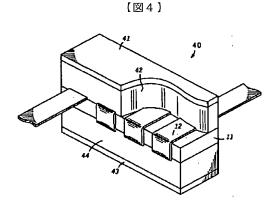
> 8.5 誘電体層

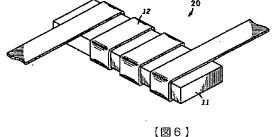
86 コンタクト・ホール

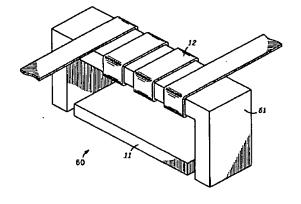
8 7 上側ワード・ライン

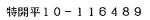


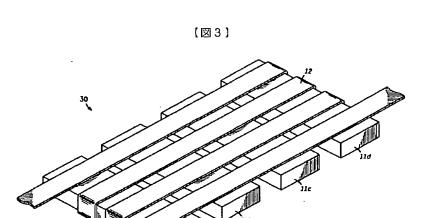


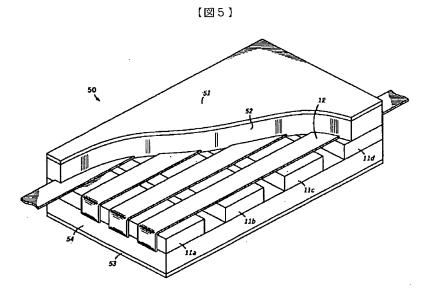


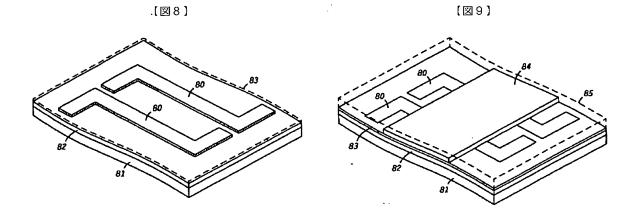


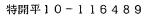






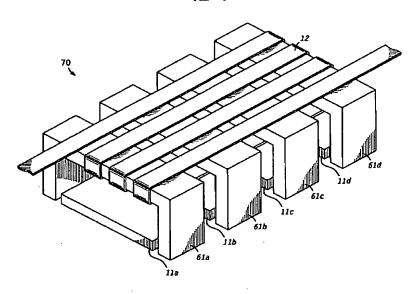




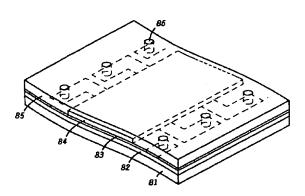




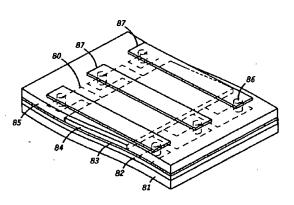




[図10]



[図11]



フロントページの続き

(72)発明者 ハーバート・ゴロンキン

アメリカ合衆国アリゾナ州テンピ、サウ

ス・カチーナ・ドライブ8623